



به نام خدا
تمرین سری ۲ فیزیک ۲
قانون گاوس



نیمسال دوم ۱۴۰۰ تاریخ تحویل: ۱۴۰۱/۱/۱۵

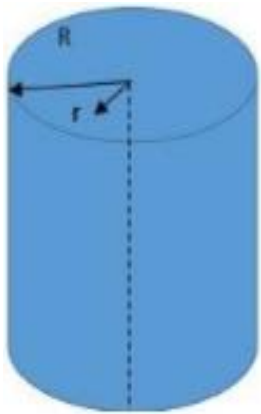
سوالات مفهومی (امتیازی): لطفاً به سوالات زیر به صورت مختصر پاسخ دهید.

۱- چرا معمولاً در داخل آسانسور ها سیگنال آنتن تلفن های همراه شما صفر می شود؟
مشابه این اتفاق پیش تر توسط فاراده آزمایش شده است. مایکل فاراده یک جعبه بزرگ فلزی ساخت و آن را بر روی پایه های نارسانا قرار داد. سپس این جعبه را به صورت الکترواستاتیکی باردار کرد. او می گوید: من به درون جعبه رفتم و در آنجا اقامت گزیدم و از شمع های روشن و برق سنج ها و کلیه آزمون های الکتریکی استفاده کردم اما نتوانستم کوچک ترین تغییری در آنها ببینم با وجود آنکه در تمام این مدت خارج جعبه با شدت هرچه تمام باردار می شد و در هر قسمت جرقه های بزرگی دیده می شد.

۲- همانطور که پیشتر اشاره کردیم قانون کولن یک قانون تجربی است و سیستمی که کولن برای بیان این قانون به صورت تجربی ابداع کرده بود دارای چند درصد خطا بود و وجود توان ۲ فاصله در مخرج رابطه کولن ممکن بود با چند درصد خطا ذکر شده باشد.
آیا با اصل در نظر گرفتن قانون گاوس می توان وجود توان ۲ فاصله در مخرج رابطه کولن را اثبات کرد؟

۳- آیا می توانید مشابه قانون گاوس، رابطه ای بین شار گرانشی ϕ_g و جرم m به وجود آورده آن شار، بیان کنید؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، رابطه را بیان کنید.
در رابطه بیان شده میدان گرانشی E_g را چگونه تعریف کردید؟

مسائل:

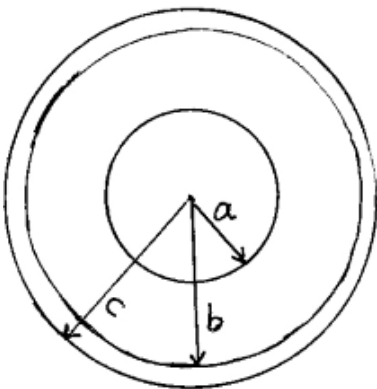


۱- ناحیه‌ای استوانه‌ای با شعاع سطح مقطع R و توزیع بار حجمی به صورت

$$\rho(r) = \begin{cases} \frac{A}{(a^2 + r^2)^2}, & r < R \\ 0, & r > R \end{cases}$$

که در آن A و a اعداد ثابت و r فاصله از محور استوانه است. میدان الکتریکی را در نقاط مختلف فضا بدست آورید.

part of the answer: if $r > R \rightarrow \vec{E} = \frac{AR^2}{2\epsilon_0 r a^2 (a^2 + R^2)} \hat{r}$



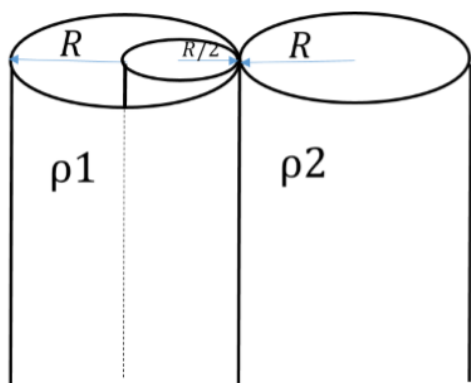
۲- یک هادی به شکل کره توپر به شعاع a و دارای بار $+q_0$ درون یک پوسته کروی نارسا با چگالی بار $\rho = \frac{P}{r} \left(\frac{c}{m^3}\right)$ و شعاع داخلی b و شعاع خارجی c قرار دارد که P یک عدد ثابت و مثبت می‌باشد. میدان الکتریکی را در نواحی زیر بدست آورید.

الف) $r < a$ ب) $a < r < b$ ج) $b < r < c$ د) $r > c$

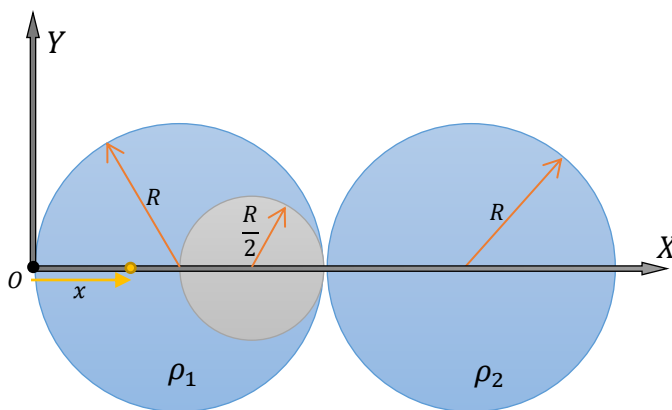
ans: ب) $\vec{E} = \frac{q_0}{4\pi r^2 \epsilon_0}$, ج) $\vec{E} = \frac{2P\pi(r^2 - b^2) + q_0}{4\pi r^2 \epsilon_0}$, د) $\vec{E} = \frac{2P\pi(c^2 - b^2) + q_0}{4\pi r^2 \epsilon_0}$

۳- دو استوانه توپر با طول بی نهایت و چگالی حجمی ρ_1 و ρ_2 و به شعاع R مطابق شکل (الف) در مجاورت یکدیگر قرار گرفته اند. در صورتیکه داخل یک استوانه را با استوانه ای به شعاع $\frac{R}{2}$ خالی کنیم، اگر از بالا به استوانه ها نگاه کنیم شکل (ب) را خواهیم دید. میدان الکتریکی را در نقطه ای روی محور X و به فاصله x از مبدأ، مطابق شکل (ب)، بیابید.

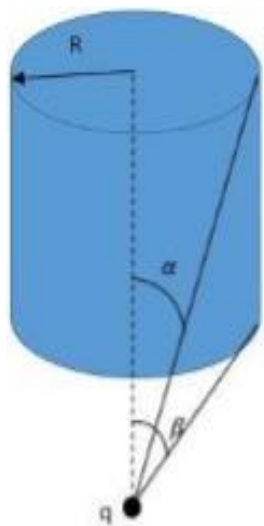
$$\text{ans: } \vec{E}_T = \left[-\frac{\rho_2 R^2}{2\epsilon_0(3R - x)} + \frac{(x - R)\rho_1}{2\epsilon_0} + \frac{(-\rho_1)R^2}{8\epsilon_0 \left(x - \frac{3R}{2}\right)} \right] \hat{i}$$



(الف)



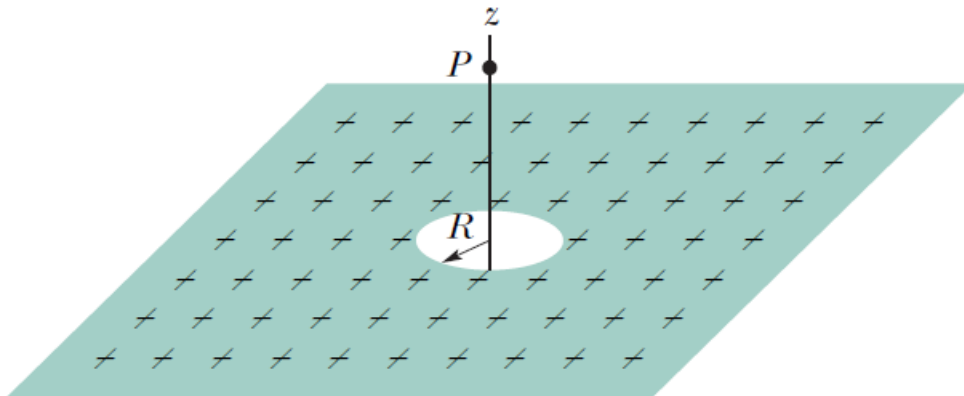
(ب)



۴- سطح استوانه‌ای مانند شکل روبرو در نظر بگیرید که بار نقطه‌ای q روی محور آن قرار دارد. این بار طوری قرار داده شده است که لبه های استوانه را با زاویه‌های α و β ($\alpha < \beta$) از محل بار می‌بیند. شاری که از سطح جانبی استوانه می‌گذرد را بیابید.

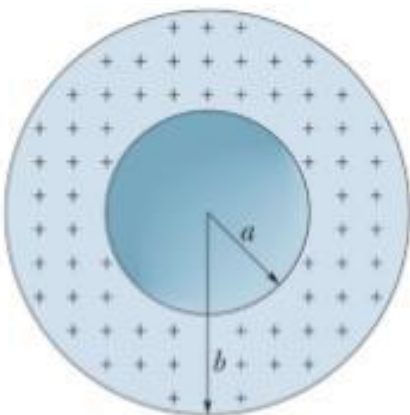
$$\text{ans: } \Phi = \frac{q}{2\epsilon_0} (\cos\alpha - \cos\beta)$$

۵- مطابق شکل بر روی صفحه ای نارسانا و با ابعاد بی نهایت و چگالی بار سطحی یکنواخت σ ، حفره ای دایره ای شکل به شعاع R ایجاد کرده ایم. میدان الکتریکی را در نقطه P که به فاصله z از سطح صفحه قرار دارد را بیابید.



$$\text{ans: } \hat{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} (\hat{z})$$

۶- در ناحیه کروی $a < r < b$ بار مثبت به چگالی $\rho(r) = \frac{\rho_0}{r}$ توزیع شده است که ρ_0 یک عدد ثابت است. در مرکز این کره بار نقطه ای مثبت q قرار دارد. ρ_0 را طوری انتخاب کنید که اندازه میدان الکتریکی در فاصله a تا b ثابت باشد.



$$\text{ans: } \rho_0 = \frac{q}{2\pi a^2}$$

موفق باشید.